

МОДЕЛЮВАННЯ ТА КОНФІГУРУВАННЯ ІР-ТЕЛЕФОНІЇ ПРИ ЕМУЛЯЦІЇ МЕРЕЖ ЗАСОБАМИ СИСТЕМИ CISCO PACKET TRACER

Будя О.П., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, alex_budy@ukr.net, orcid.org/0000-0003-2998-5440

Скопєнь М.М., кандидат економічних наук, Київський університет туризму, економіки і права, Київ, Україна, 0675076531@ukr.net, orcid.org/0000-0003-0440-446X

Гавриленко О.В., кандидат фізико-математичних наук, НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна, iem.gavrilenko@meta.ua, orcid.org/0000-0003-0413-6274

MODELING AND CONFIGURING IP TELEPHONY IN THE PROCESS OF EMULATION OF NETWORKS BY MEANS OF CISCO PACKET TRACER SYSTEM

Budia O., Candidate of Technical Sciences, National Transport University, Kyiv, Ukraine, alex_budy@ukr.net, orcid.org/0000-0003-2998-5440

Skopen M., Candidate of Economical Sciences, Kyiv University of Tourism, Economics and Law, Kyiv, Ukraine, 0675076531@ukr.net, orcid.org/0000-0003-0440-446X

Havrylenko O., Candidate of physical and mathematical Sciences, NTUU «Igor Sikorsky KPI », Kyiv, Ukraine, iem.gavrilenko@meta.ua, orcid.org/0000-0003-0413-6274

МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОНФИГУРИРОВАНИЕ IP-ТЕЛЕФОНИИ ПРИ ЭМУЛЯЦИИ СЕТЕЙ СРЕДСТВАМИ СИСТЕМЫ CISCO PACKET TRACER

Будя А.П., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, alex_budy@ukr.net, orcid.org/0000-0003-2998-5440

Скопєнь Н.М., кандидат экономических наук, Киевский университет туризма, экономики и права, Киев, Украина, 0675076531@ukr.net, orcid.org/0000-0003-0440-446X

Гавриленко Е.В., кандидат физико-математических наук, НТУУ «КПИ имени Игоря Сикорского», Киев, Украина, iem.gavrilenko@meta.ua, orcid.org/0000-0003-0413-6274

Постановка проблеми. Аналіз використання системи Cisco Packet Tracer в сучасному навчальному процесі для моделювання комп'ютерних мереж свідчить про відсутність розкриття специфіки емуляції та конфігурування ІР-телефонії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В ряді відомих літературних джерел достатньо добре розглянуто принципи функціонування комп'ютерних мереж [1, 5-7 та ін.] та загальні питання організації і роботи ІР - телефонії [3]. Окрім того, достатньо розкрито використання програмного продукту Cisco Packet Tracer при емуляції та симуляції комп'ютерних мереж [2]. Однак, на жаль, жодне видання не дає відповіді, яким чином на платформі Cisco Packet Tracer можна здійснити моделювання та конфігурування ІР - телефонії. Хоча в мережі Інтернет спостерігаються окремі фрагменти розпорошеного та не систематизованого матеріалу щодо поставленого питання в даній роботі.

Мета статті. Запропонувати алгоритм побудови топології та програмний код конфігурування ІР-телефонії в мережі передачі даних та голосу на платформі Cisco Packet Tracer.

Основні результати дослідження. ІР (Internet Phone) – телефонія або Voice over IP (VoIP) – технологія передачі голосу через мережу, яка з'явилася в університеті штату Іллінойс (США) у 1993 році і на сьогодні є популярною, оскільки вона забезпечує низьку вартість телефонного дзвінка, високу якість зв'язку, безпеку з'єднання, а також можна використовувати звичайний (аналоговий) телефон або комп'ютер.

Система Cisco Packet Tracer розроблена у вересні 2000 року компанією Cisco (м. Сан Хосе, штат Каліфорнія) і рекомендована для використання при вивченні комп'ютерних мереж, у тому числі IP - телефонії, а також для проведення занять у закладах освіти.

Алгоритм моделювання та конфігурування IP-телефонії на платформі Cisco Packet Tracer складається з наступних етапів:

- побудова топології мережі з IP-телефонією;
- налаштування інтерфейсів комутатора на голосовий VLAN;
- налаштування на роутері сервісів DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol – протоколу динамічного налаштування вузла), FTP (File Transfer Protocol – протоколу обміну файлами) та шлюзу;
- налаштування телефонного сервісу на кожному маршрутизаторі, у тому числі dial – плану переадресації дзвінків на відповідну мережу;
- перевірка роботи IP – телефонії між усіма вузлами мережі.

Побудова топології мережі з IP – телефонією. Припустимо, що підприємство має мережу у складі головного офісу та філії. Послуги телефонного та DHCP сервісу виконують маршрутизатори 2811, а комутатори 2960-24TT з'єднують gadgets з маршрутизаторами. У якості шлюзу аналогового телефону використовується пристрій Home-VoIP. На комп'ютерах, ноутбуках, планшетах та смартфонах в якості телефонної програми використовується Cisco IP Communicator.

Топологія даної мережі в середовищі Cisco Packet Tracer буде мати наступний вигляд (рис. 1). Тут головне завдання – об'єднання усіх вузлів (пристроїв) в одну телефонну мережу.

Підключення пристроїв здійснюється до портів комутаторів відповідно fa0/1 - fa0/5. У філії до порту fa0/5 підключається точка доступу, яка забезпечує бездротовий доступ вузлів до мережі. Маршрутизатори під'єднуються до порту комутатора fa0/24.

Кожний DSL (Digital Subscriber Line – цифрової абонентської лінії) модем під'єднується до відповідного Cloud (порт Modem4). При відкритому Cloud на інтерфейсі Ethernet6 встановлюється перемикач DSL, а на з'єднанні DSL вибирається у полях зі списками Modem4 і Ethernet6. Далі із двох Cloud створюється кластер.

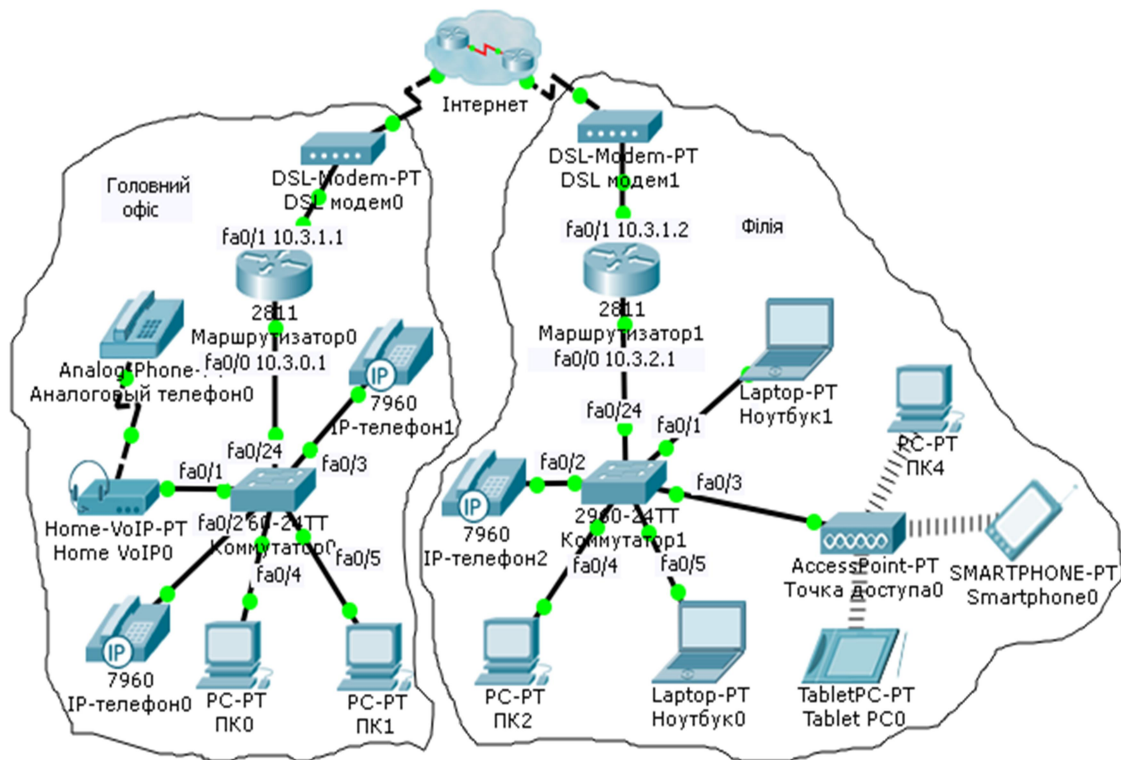


Рисунок 1 – Топологія мережі підприємства з IP – телефонією
Figure 2 – Topology of enterprise network with IP - telephony

Налаштування інтерфейсів комутатора на голосовий VLAN. Для цього відкривається кожний комутатор, активізується закладка CLI (IOS Command Line Interface) і за допомогою клавіатури вводяться (послідовно за №) наступні команди:

№	Команда	№	Команда
1	Switch>en	10	Switch(config)#int fa0/4
2	Switch#conf t	11	Switch(config-if)#switchport voice vlan 1
3	Switch(config)#int fa 0/1	12	Switch(config-if)#int fa0/5
4	Switch(config-if)#switchport voice vlan 1	13	Switch(config-if)#switchport voice vlan 1
5	Switch(config-if)#exit	14	Switch(config-if)#int fa0/24
6	Switch(config)#int fa0/2	15	Switch(config-if)#switchport voice vlan 1
7	Switch(config-if)#switchport voice vlan 1	16	Switch(config-if)#exit
8	Switch(config-if)#int fa0/3	17	Switch(config)#exit
9	Switch(config-if)#switchport voice vlan 1	18	Switch#copy run start

Налаштування на роутері сервісів DHCP, FTP та шлюзу. Спочатку відкривається маршрутизатор 0 у головному офісі в режимі CLI і вводяться з клавіатури наступні команди:

- активізується режим конфігурації роутера та інтерфейс FastEthernet 0/0 з IP-адресою 10.3.0.1 та маскою 255.255.255.0

```
Router>en
Router#conf t
Router(config)#int fa 0/0
Router(config-if)#ip address 10.3.0.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shut
```

- виключається дана IP- адреса з видачі адрес службою DHCP і здійснюється її запуск в мережу 10.3.0.0 з IP- адресою основного шлюзу 10.3.0.1 та адресою FTP сервера 10.3.0.1

```
Router(config-if)#ip dhcp excluded-address 10.3.0.1
Router(config)#ip dhcp pool Phones
Router(dhcp-config)#network 10.3.0.0 255.255.255.0
Router(dhcp-config)#default-router 10.3.0.1
Router(dhcp-config)#option 150 ip 10.3.0.1
Router(dhcp-config)#do copy run start
```

Аналогічним чином налаштовується маршрутизатор 1 у філії. Для цього в режимі CLI і вводяться з клавіатури наступні команди:

- активізується режим конфігурації роутера та інтерфейс FastEthernet 0/0 з IP-адресою 10.3.2.1 та маскою 255.255.255.0

```
Router>en
Router#conf t
Router(config)#int fa 0/0
Router(config-if)#ip address 10.3.2.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shut
```

- виключається дана IP- адреса з видачі адрес службою DHCP та здійснюється її запуск в мережу 10.3.2.0 з IP- адресою основного шлюзу 10.3.2.1 і адресою FTP сервера 10.3.2.1

```
Router(config-if)#ip dhcp excluded-address 10.3.2.1
Router(config)#ip dhcp pool Phones
Router(dhcp-config)#network 10.3.2.0 255.255.255.0
Router(dhcp-config)#default-router 10.3.2.1
Router(dhcp-config)#option 150 ip 10.3.2.1
Router(dhcp-config)#do copy run start
```

Далі здійснюється налаштування телефонного сервісу на кожному маршрутизаторі.

Налаштування телефонного сервісу на кожному маршрутизаторі, у тому числі dial – плану переадресації дзвінків на відповідну мережу. Спочатку відкривається маршрутизатор 0 у головному офісі в режимі CLI і вводяться з клавіатури наступні команди:

- визначається максимальна кількість телефонів і ліній, інтерфейс роутера та номер порту, з якого будуть прийматися дзвінки, а також автоматичне налаштування ліній

```
Router(config)#telephony-service
Router(config-telephony)#max-ephones 10
Router(config-telephony)#max-dn 10
Router(config-telephony)#ip source-address 10.3.0.1 port 2000
Router(config-telephony)#auto assign 1 to 10
Router(config-telephony)#exit
```

- створюються лінії та номери (наприклад, 5 оскільки головний офіс має п'ять вузлів)

```
Router(config)#ephone-dn 1
Router(config-ephone-dn)#number 101
Router(config-ephone-dn)#exit
Router(config)#ephone-dn 2
Router(config-ephone-dn)#number 102
Router(config-ephone-dn)#exit
Router(config)#ephone-dn 3
Router(config-ephone-dn)#number 103
Router(config-ephone-dn)#exit
Router(config)#ephone-dn 4
Router(config-ephone-dn)#number 104
Router(config-ephone-dn)#exit
Router(config)#ephone-dn 5
Router(config-ephone-dn)#number 105
Router(config-ephone-dn)#exit
Router(config)#do copy run start
```

- налаштовується dial – план, тобто план переадресації дзвінків на мережу філії (задається порт переадресації, його назва та адреса; прописується маршрут, куди необхідно передавати пакети; прописуються дві початкові цифри номерів, для яких призначаються пакети; адреса інтерфейсу передачі пакетів)

```
Router(config)#interface FastEthernet0/1
Router(config-if)#description TO-FILIIA
Router(config-if)#ip address 10.3.1.1 255.255.255.0
Router(config-if)#no shut
Router(config-if)#ip route 10.3.2.0 255.255.255.0 10.3.1.2
Router(config-dial-peer)#destination-pattern 20.
Router(config-dial-peer)#session target ipv4:10.3.1.2
Router(config-dial-peer)#do copy run start
```

Аналогічним чином налаштовується маршрутизатор 1 у філії. Для цього в режимі CLI і вводяться з клавіатури наступні команди:

- визначається максимальна кількість телефонів і ліній, інтерфейс роутера та номер порту, з якого будуть прийматися дзвінки, а також автоматичне налаштування ліній

```
Router(config)#telephony-service
Router(config-telephony)#max-ephones 10
Router(config-telephony)#max-dn 10
Router(config-telephony)#ip source-address 10.3.2.1 port 2000
Router(config-telephony)#auto assign 1 to 10
Router(config-telephony)#exit
```

- створюються лінії та номери (наприклад, 8 у зв'язку з тим, що філія має сім вузлів + 1 резерв)

```
Router(config)#ephone-dn 1
Router(config-ephone-dn)#number 201
Router(config-ephone-dn)#exit
Router(config)#ephone-dn 2
Router(config-ephone-dn)#number 202
```

```

Router(config-ephone-dn)#exit
Router(config)#ephone-dn 3
Router(config-ephone-dn)#number 203
Router(config-ephone-dn)#number 203
Router(config-ephone-dn)#exit
Router(config)#ephone-dn 4
Router(config-ephone-dn)#number 204
Router(config-ephone-dn)#exit
Router(config)#ephone-dn 5
Router(config-ephone-dn)#number 205
Router(config-ephone-dn)#exit
Router(config)#ephone-dn 6
Router(config-ephone-dn)#number 206
Router(config-ephone-dn)#exit
Router(config)#ephone-dn 7
Router(config-ephone-dn)#number 207
Router(config-ephone-dn)#exit
Router(config)#ephone-dn 8
Router(config-ephone-dn)#number 208
Router(config-ephone-dn)#exit
Router(config)#do copy run start

```

- налаштовується dial – план, тобто план переадресації дзвінків на мережу головного офісу (задається порт переадресації, його назва та адреса; прописується маршрут, куди необхідно передавати пакети; прописуються дві початкові цифри номерів, для яких призначаються пакети; адреса інтерфейсу передачі пакетів)

```

Router(config)#interface FastEthernet0/1
Router(config-if)#description TO-MAIN
Router(config-if)#ip address 10.3.1.2 255.255.255.0
Router(config-if)#no shut
Router(config-if)#ip route 10.3.0.0 255.255.255.0 10.3.1.1
Router(config)#dial-peer voice 1 voip
Router(config-dial-peer)#destination-pattern 10.
Router(config-dial-peer)#session target ipv4:10.3.1.1
Router(config-dial-peer)#do copy run start

```

Перевірка роботи IP – телефонії між усіма вузлами мережі. Після завершення налаштування комутаторів та роутерів здійснюється перевірка працездатності мережі з IP – телефонією. Спочатку послідовно відриваються IP – телефони і на закладці Physical встановлюються адаптери для автоматичного отримання номерів. Для перевірки встановлення номеру та працездатності телефону активізується закладка GUI (Graphical User Interface).

Для налаштування в головному офісі аналогового телефону відкривається його шлюз (пристрій Home-VoIP) та задається Server Address: 10.3.0.1. Тут також перевірка працездатності здійснюється на закладці GUI.

На усіх комп'ютерах, ноутбуках, планшетах та смартфонах активізується закладка Desktop та відкривається додаток (програма-телефон) Cisco IP Communicator. При цьому пристрій автоматично отримує номер.

Припустимо, що вузлу Smartphone0 автоматично встановлено номер 204, а вузлу IP-телефон0 – номер 101 (рис. 2). Тоді, при перевірці роботи відкривається, наприклад, на смартфоні додаток Cisco IP Communicator, де натискається кнопка New Call і набирається номер 101. При відкритті IP-телефону0 на закладці GUI побачимо на телефонній трубці у режимі зміни світла червоної лампочки, як ознаки надходження повідомлення.

При знятті мишею трубки здійснюється з'єднання. Натискання кнопки End Call перериває з'єднання. Аналогічним чином можна здійснити дзвінок у зворотньому напрямку.



Рисунок 2 – Встановлення з'єднання між Smartphone0 та IP-телефон0
Figure 2 – Establishing a connection between Smartphone0 and IP-Telephone0

Висновки. Отже, наведена вище процедура моделювання та конфігурування IP - телефонії при емуляції мереж засобами системи Cisco Packet Tracer дозволяє вирішити питання підвищення якості розуміння поєднання комп'ютерних мереж.

Побудований сегмент мережі є базовим (ідеалізованим), тобто не враховує специфіку конкретного підприємства (план будівлі, проектування кабельного розведення, розміщення комунікаційних і призначених для користувача пристроїв тощо).

Можна рекомендувати даний алгоритм побудови IP - телефонії для використання в навчальному процесі, а також моделювання мереж на стадії проектування.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Воробієнко П.П., Нікітюк Л.А., Резніченко П.І. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: підручник для ВНЗ. –К.: САММІТ- Книга, 2010. – 708 с.
2. Кулаков В.Г., Леохин Ю.Л. Моделирование компьютерных сетей в симуляторе Cisco Packet Tracer 6: учеб. пособие – М.: Изд-во МТИ, 2016. – 175 с.
3. Мінухін С.В. Принципи функціонування мереж: навчальний посібник. – Харків: ХНЕУ, 2008. – 210 с.
4. Ромашко С. М. Конспект лекцій з дисципліни "Комп'ютерні мережі і телекомунікації" / Ромашко С. М. – Львів : ЛРІДУ НАДУ, 2006. – 61 с.
5. Телекомунікаційні системи та мережі: навчальний посібник / Укладачі : Микитишин А.Г., Митник М.М., Стухляк П.Д. – Тернопіль : Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2017 – 384 с.
6. Jeff Doyle, Jennifer DeHaven Carroll. Routing TCP/IP, Volume 1, 2nd Edition. Published Oct 19, 2005 by Cisco Press
7. David Hucaby, Steve McQuerry, Andrew Whitaker. Cisco Router Configuration Handbook, 2nd Edition. Published Jun 30, 2010 Cisco Systems, Inc. Published by: Cisco Press 800 East 96th Street Indianapolis, IN 46240 USA

REFERENCES

1. Vorobiyenko P.P., Nikityuk L.A., Reznichenko P.I. (2010), Telekomunikatsiyni ta informatsiyni merezhi [Telecommunication and Information Networks]. Textbook for high schools. Kyiv, PH SAMMIT-Kniga, pp. 708 [in Ukrainian]
2. Kulakov V.G., Leokhin Yu.L. (2016). Modelirovaniye komp'yuternykh setey v simulyatore Cisco Packet Tracer 6 [Computer networks modeling in Cisco Packet Tracer 6 simulator]. Textbook. Moskva, MTI, pp. 175 [in Russian]
3. Minukhin S.V. (2008). Pryntsyepy funktsionuvannya merezh [Principles of network operation]. Textbook. Kharkiv, KhNEU, pp. 210 [in Ukrainian]
4. Romashko S.M. (2006). Konspekt lektsiy z dystsypliny "Komp'yuterni merezhi i telekomunikatsiyi" [Summary of lectures on discipline "Computer networks and telecommunications"]. L'viv, LRIDU NADU, pp. 61 [in Ukrainian]
5. Mykityshyn A.H., Mytnyk M.M., Stukhlyak P.D. (2017). Telekomunikatsiyni systemy ta merezhi [Telecommunication systems and networks]. Textbook. Ternopil', Ternopil's'kyu natsional'nyy tekhnichnyy universytet imeni Ivana Pulyuya, pp. 384 [in Ukrainian]
6. Jeff Doyle, Jennifer DeHaven Carroll. Routing TCP/IP, Volume 1, 2nd Edition. Published Oct 19, 2005 by Cisco Press [in English]
7. David Hucaby, Steve McQuerry, Andrew Whitaker. Cisco Router Configuration Handbook, 2nd Edition. Published Jun 30, 2010 Cisco Systems, Inc. Published by: Cisco Press 800 East 96th Street Indianapolis, IN 46240 USA [in English]

РЕФЕРАТ

Будя О.П. Моделирование та конфигурирование IP-телефонии при эмуляции сетей средствами системы Cisco Packet Tracer / О.П. Будя, М.М. Скопень, О.В. Гавриленко // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2020. – Вип. 1 (46).

В даній статті розглядаються особливості та специфіка моделювання IP-телефонії на платформі системи Cisco Packet Tracer. Наведено алгоритм побудови топології та програмний код конфігурування IP-телефонії в мережі передачі даних та голосу. Представлений алгоритм побудови IP-телефонії можна рекомендувати для використання в навчальному процесі, а також моделювання мереж на стадії проектування.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МОДЕЛЮВАННЯ, МЕРЕЖА ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ, ТОПОЛОГІЯ, КОНФІГУРУВАННЯ, IP-ТЕЛЕФОНІЯ

ABSTRACT

Budia O.P., Skopen M.M., Havrylenko O.V. Modeling and configuring IP telephony in the process of emulation of networks by means of Cisco Packet Tracer system. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University. 2020. – Issue 1 (46).

This article discusses the features and specifics of IP telephony modeling on the Cisco Packet Tracer system platform. An algorithm for constructing a topology and a software code for configuring IP telephony in a data and voice network are presented. The proposed IP-telephony algorithm can be recommended for use in the training process as well as network simulation at the design stage.

KEYWORDS: MODELING, DATA NETWORK, TOPOLOGY, CONFIGURATION, IP-TELEPHONY

РЕФЕРАТ

Будя А.П. Моделирование и конфигурирование IP-телефонии при эмуляции сетей средствами системы Cisco Packet Tracer / А.П. Будя, Н.М. Скопень, Е.В. Гавриленко // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2020. – Вып. 1 (46).

В данной статье рассматриваются особенности и специфика моделирования IP-телефонии на платформе системы Cisco Packet Tracer. Приведен алгоритм построения топологии и программный код конфигурирования IP-телефонии в сети передачи данных и голоса. Представленный алгоритм построения IP-телефонии можно рекомендовать для использования в учебном процессе, а также моделирование сетей на стадии проектирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: МОДЕЛИРОВАНИЕ, СЕТЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ, ТОПОЛОГИЯ, КОНФИГУРИРОВАНИЕ, IP-ТЕЛЕФОНИЯ

АВТОРИ:

Будя Олександр Петрович, кандидат технічних наук, доцент, НТУ, доцент кафедри ІСТ, e-mail: alex_budy@ukr.net, тел. +380504409071, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 347а, orcid.org/0000-0003-2998-5440

Скопєнь Микола Максимович, кандидат економічних наук, доцент, Київський університет туризму, економіки і права, професор кафедри теорії та практики туризму і готельного господарства, e-mail: 0675076531@ukr.net, тел. +380675076531, Україна, 02192, м. Київ, вул. Генерала Жмаченка, 26, к. 216, orcid.org/0000-0003-0440-446X

Гавриленко Олена Валеріївна, кандидат фізико-математичних наук, доцент, НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», доцент кафедри АСОІУ, ФІОТ, e-mail: iem.gavrilenko@meta.ua, тел. +380935768058, Україна, Київ, вул. Політехнічна, 41, 18 корпус, к. 430, orcid.org/0000-0003-0413-6274

AUTHORS:

Budia Oleksandr, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, NTU, Associate Professor of Department IST, e-mail: alex_budy@ukr.net, tel. +380504409071, Ukraine, 01010, Kyiv, Omeljanovicha-Pavlenko st., of. 347a, orcid.org/0000-0003-2998-5440

Skopen Mykola, Candidate of Economical Sciences, Associate Professor, Kyiv University of Tourism, Economics and Law, Professor of Department of Theory and Practice of Tourism and Hotel Management, e-mail: 0675076531@ukr.net, tel. +380675076531, Ukraine, 02192, Kyiv, General Zhmachenko st., of. 216, orcid.org/0000-0003-0440-446X

Havrilenko Olena, Candidate of physical and mathematical Sciences, Associate Professor, NTUU «Igor Sikorsky KPI», Associate Professor of Department AIPSM, FICT, e-mail: iem.gavrilenko@meta.ua, tel. +380935768058, Ukraine, Kyiv, Polytehnicheskaya st., 41, buld. 18, of. 430

АВТОРЫ:

Будя Александр Петрович, кандидат технических наук, доцент, НТУ, доцент кафедры ИСТ, e-mail: alex_budy@ukr.net, тел. +380504409071, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко, 1, к. 347а, orcid.org/0000-0003-2998-5440

Скопєнь Николай Максимович, кандидат экономических наук, доцент, Киевский университет туризма, экономики и права, профессор кафедры теории и практики туризма и гостиничного хозяйства, e-mail: 0675076531@ukr.net, тел. +380675076531, Украина, 02192, г. Киев, ул. Генерала Жмаченко, 26, к. 216, orcid.org/0000-0003-0440-446X

Гавриленко Елена Валерьевна, кандидат физико-математических наук, доцент, НТУУ «КПИ имени Игоря Сикорского», доцент кафедры АСОИУ, ФИОТ, e-mail: iem.gavrilenko@meta.ua, тел. +380935768058, Украина, Киев, ул. Политехническая, 41, 18 корпус, к. 430, orcid.org/0000-0003-0413-6274

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Баранов Г.Л., професор кафедри інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету, доктор технічних наук, професор,

Кирилюк В.С., провідний науковий співробітник Інституту механіки ім. С.П. Тимошенка НАНУ, доктор фізико-математичних наук, професор.

REVIEWER:

Baranov G.L., Professor of the Department of Information Systems and Technologies of the National Transport University, Doctor of Engineering, Professor,

Kirilyuk V.S., Leading Researcher of the Institute of Mechanics S.P. Tymoshenko National Academy of Sciences, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor.